

REC'D 10 SEP 2001

PCT/JP01/06232

WIPO 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

18.07.01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 3月19日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-077833

出 願 人

Applicant(s):

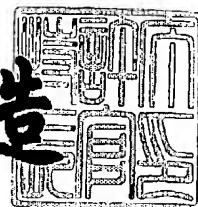
日本精工株式会社

PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2001年 8月24日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3074865

【書類名】 特許願

【整理番号】 201008

【提出日】 平成13年 3月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F16C 19/00
F16C 33/58

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

【氏名】 宇山 英幸

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

【氏名】 植田 光司

【特許出願人】

【識別番号】 000004204

【氏名又は名称】 日本精工株式会社

【代表者】 関谷 哲夫

【代理人】

【識別番号】 100066980

【弁理士】

【氏名又は名称】 森 哲也

【選任した代理人】

【識別番号】 100075579

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 嘉昭

【選任した代理人】

【識別番号】 100103850

【弁理士】

特2001-077833

【氏名又は名称】 崔 秀▲てつ▼

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001638

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9006534

【包括委任状番号】 9402192

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 転がり軸受

【特許請求の範囲】

【請求項1】 内外輪の間に転動体が介挿されると共に、内輪及び外輪の少なくとも一方がチタン合金からなる転がり軸受において、

上記軌道輪を構成するチタン合金は、 $3.7 \leq (H/E)$ の条件を満足するチタン合金であることを特徴とする転がり軸受。

ただし、

H：軌道面表面から2～5%Daの深さまでの硬さにおける最低値（Hv）

Da：転動体直径

E：ヤング率（GPa）

である。

【請求項2】 上記内輪と外輪との間にグリースが封入されていることを特徴とする請求項1に記載した転がり軸受。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、特に、車椅子などの介護支援器具、ローラーブレードなどのスポーツ器具、魚釣り用リール、あるいは自転車などのように、転動部に対し衝撃や振動の吸収が要求される用途、あるいは軽量化、耐食性などが要求される用途で、好適に使用し得る転がり軸受に関する。

【0002】

【従来の技術】

転がり軸受は、軌道輪と転動体との接触部に非常に大きな面圧が付与されるため、従来、転がり軸受などの転動部品の材料としては、硬度が高く、耐摩耗性に優れた高炭素クロム軸受鋼のような鉄鋼材料が一般的に使用されている。

また、近年、転動部品の使用環境は多種多様で、水中、塩水中、あるいは酸・アルカリなどの腐食性環境下で使用されることもある。このように耐食性が要求

される部位で使用される場合には、ステンレス鋼製の転動部品が使用されている。

【0003】

また、特開平11-223221号公報では、食品機械、半導体製造装置や化学繊維製造機等、水や海水、化学薬品等の腐食性の環境下等で用いられる特殊環境用の転がり軸受として、軌道輪をチタン合金製とし、転動体をセラミックス製とした転がり軸受が開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上述のように、従来転がり軸受に使用されてきた高炭素クロム軸受鋼やステンレス鋼などの鉄鋼材料は、ヤング率が200～210GPaと高いため、転動部に衝撃が加わった場合に、軌道輪と転動体との接点に非常に大きな面圧が付与され、接触部に圧痕が生じ、転動性能を低下させる場合があった。

【0005】

また、転動部に付与された衝撃や振動は、シャフトに伝達し、その後機器全体に伝達する。そのため、車椅子などの介護支援器具、ローラーブレイドなどのスポーツ器具、あるいは自転車などにあっては、乗員は、衝撃や振動を直接体感し、長時間の使用においては、不快に感じる場合があった。

また、外部から金属粉や砂などの異物が侵入する可能性の高い用途では、軸受内に異物が侵入し、その異物が転動体と軌道輪との間に噛みこむことによって、軌道輪あるいは転動体に圧痕が生じ、転動性能を低下させる可能性がある。

【0006】

本発明は、上記のような問題点に着目してなされたもので、転動部に衝撃あるいは振動が加わった場合に、圧痕がつきにくく、また外部から異物が侵入する可能性がある環境下でも、好適に使用し得る転がり軸受を提供することを課題としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明のうち請求項1に記載した発明は、内外輪

の間に転動体が介挿されると共に、内輪及び外輪の少なくとも一方がチタン合金からなる転がり軸受において、

上記軌道輪を構成するチタン合金は、 $3.7 \leq (H/E)$ の条件を満足するチタン合金であることを特徴とするものである。

【0008】

ただし、

H：軌道面表面から2～5%Daの深さまでの硬さにおける最低値（Hv）

Da：転動体直径

E：ヤング率（GPa）

である。

【0009】

なお、上記軌道面表面から2～5%Daとは、表面から2%Da以上5%Da以下の範囲の深さ位置を指す。

次に、請求項2に記載した発明は、請求項1に記載した構成に対し、上記内輪と外輪との間にグリースが封入されていることを特徴とするものである。

【作用】

以下、本発明に係る転がり軸受の作用及び特性値の臨界的意義について詳述する。

【0010】

本発明者らは、鋭意研究によって、転がり軸受における軌道輪材料の硬さとヤング率のバランスが、圧痕の生成のしやすさに大きな影響を及ぼすことを見出した。

従来の軸受用鉄鋼材料のヤング率が約200GPaに対して、チタン合金のヤング率は100～120GPa程度である。これは、軸受に応力が加わった際に、鉄鋼材料製の軌道輪よりも、チタン合金製の軌道輪のほうが、接触面積が大きくなり、局所的な面圧が減少することを表している。

【0011】

よって、本発明に係るチタン合金製の軌道輪を用いた転がり軸受は、軸受に衝

撃が加わった際に、転動体と軌道輪の接触面圧が下がるため、転動体と軌道輪との接触点における圧痕の生成、あるいは異物を嚙みこんだことによって生じる圧痕の生成を抑制する。なお、チタン合金を採用することで耐食性に優れた軌道輪となる。

【0012】

一方、材料自体の硬さは、材料の塑性変形抵抗の大きさを表しており、衝撃あるいは異物の嚙みこみによる圧痕の生成しやすさに影響を及ぼす。

特に転がり軸受においては、軌道輪と転動体との接点では、表面から転動体直径の2～5%の深さ位置に、最大せん断応力が生じる。そのため、圧痕の生成しやすさは、表面の硬さだけでなく、表面から転動体直径 D_a の2～5%の深さ位置における硬さが、大きな影響を及ぼす。

【0013】

そして、硬さとヤング率の比(H/E)を3.7以上とすることで、耐圧痕性及び衝撃に対する寿命が共に安定して良好であることから(図2及び図3参照)、本発明では、 $3.7 \leq (H/E)$ と規定している。

また、特に良好な耐圧痕性が求められる場合には、好ましくは、硬さとヤング率の比(H/E)を、 $4.0 \leq (H/E)$ とする。4.0以上とすることで、より安定した耐圧痕性が確保される。

【0014】

硬さとヤング率の比(H/E)の上限は特に限定されないが、チタン合金の熱処理によって得られる硬さの上限が $H_v 600$ 程度であるので、5.0は十分に実現可能な値である。また、4.8以上で効果が飽和するので、品質安定性の点から上限を4.8とすることが好ましく、更に好ましくは生産性上の安定のためには4.5を上限とするのが良い。

【0015】

このように、本発明に係るチタン合金製軌道輪は、硬さとヤング率の比について、 $3.7 \leq (H/E)$ とすることで、圧痕の生成に大きな影響を及ぼす硬さとヤング率のバランスに優れているため、軸受に衝撃や振動が負荷される場合、あるいは、異物が軸受内に混入するおそれがある場合でも、好適に使用し得る。

一方、硬さとヤング率の比 (H/E) が3.7未満の場合、つまり硬さが小さく、ヤング率が多い場合は、軌道輪と転動体の接点の面圧は高くなり、さらに軌道輪の硬さが小さいため、衝撃が負荷された場合あるいは異物を噛みこんだ場合には、軌道輪表面に圧痕を生じやすく、転動性能及び転がり寿命が著しく低下する。

【0016】

また、請求項2の記載のように、グリースを封入すると、グリースが振動に対しダンパーとなってさらに、耐圧痕性や衝撃に対する寿命が良好となる。

【0017】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施形態について図面を参照しつつ説明する。

本実施形態の転がり軸受は、図1に示すように、内輪1と外輪2との間に、転動体である球3が複数個介挿されると共に、潤滑剤としてグリース（不図示）が封入されている。

【0018】

なお、グリースの漏れ防止や異物侵入を防止するためシール4が設けられている。

上記内輪1及び外輪2は、チタン合金から構成されている。

該チタン合金は、ヤング率に対する硬さの比 (H/E) が3.7以上となっている素材を使用する。

【0019】

ここで、使用されるチタン合金は、 $3.7 \leq (H/E)$ を満たすものならば、チタン合金の種類を問わず好適に使用し得る。但し、好ましくは、溶体化処理および時効処理による析出硬化によって、高い硬度が得られる $\alpha + \beta$ 型あるいは β 型（near β 型も含む）チタン合金を使用するのがよい。例えば、 $\alpha + \beta$ 型チタン合金Ti-6Al-4V、あるいは β 型チタン合金Ti-22V-4Al、Ti-15V-3Cr-3Sn-3Al、Ti-15Mo-5Zr-3Alなどである。

【0020】

ここで、例えば、溶体化処理で β 相にし、時効処理によって柔らかい β 相に α 相を析出して、少なくとも表面から2～5%Daまでの深さの硬さをHv420以上に設定でき、もって(H/E)を3.7以上にすることが実現される。

また、転動体である球3は、鉄鋼材料製あるいはセラミックス製の転動体を使用し得る。

【0021】

ただし、耐食性が求められる場合には、球3として、ステンレス製あるいはセラミックス製の転動体を使用することが好ましい。特に軽量化が求められる場合には、窒化けい素系、炭化けい素系、酸化アルミニウム系あるいは酸化ジルコニウム系などのセラミックス製の転動体を使用することが好ましい。また、激しい衝撃が負荷される場合には、セラミックスよりも靱性に優れヤング率が低い、SUJ2などの高炭素クロム鋼、SUS440C、13Cr系などのマルテンサイト系ステンレス鋼あるいは、M50に代表される高速度鋼などから構成される鉄鋼材料製の転動体を使用することが好ましい。

【0022】

また、封入されるグリースは、使用可能な温度範囲のものであれば、特に限定はなく、使用し得る。

また、上記シール4は、使用可能な温度範囲のものであれば、材質には特に限定はなく使用し得るが、好ましくは、軌道輪1、2の弾性変形にともない弾性変形しやすいニトリルゴムなどのゴム製シールを使用する。

【0023】

次に、上記構成の転がり軸受の作用などについて説明する。

上記内外輪1、2は、チタン製の軌道輪であるので、ヤング率が低く、弾性変形しやすい。このため、車輪などから軸受に衝撃が伝達した場合には、軌道輪が局部的に弾性変形をし、衝撃を吸収するばねのような役割を果たすため、機器本体に伝達する衝撃は少なくなる。よって、車椅子などの介護支援器具、ローラーブレードなどのスポーツ器具、あるいは自転車などのように、車輪からの衝撃あるいは振動が、直接機器本体あるいは使用者に伝達するような用途では、本発明に係る転がり軸受を使用することによって、衝撃あるいは振動が緩和されるため

、好適に使用し得る。

【0024】

さらに、チタン合金とすると共に、ヤング率に対する硬さの比(H/E)を3.7以上に設定していることから、耐圧痕性及び転がり寿命が向上する。このため、軸受に衝撃や振動が負荷される場合、あるいは、異物が軸受内に混入するおそれがある場合でも、好適に使用し得る。

さらにまた、潤滑剤として、グリースを使用することで、当該グリースが振動・衝撃に対しダンパーとして作用することから、さらに衝撃及び振動の緩和、及び耐圧痕性が向上する。

【0025】

ここで、上記実施形態では、内輪1及び外輪2の両方を、本願発明に基づく上面と合致したチタン合金から構成した場合で説明したが、内輪1及び外輪2の一方の軌道輪だけを上記条件のチタン合金から構成し、他方の軌道輪を、本発明の範囲外のチタン合金や軸受用鉄鋼材料から構成しても良い。

また、転がり軸受として球軸受を例示しているが、ころ軸受などであっても構わない。

【0026】

【実施例】

以下に示す方法で、本発明に係る転がり軸受を製作した。なお、潤滑剤としてグリースを封入した。

軌道輪には、 $\alpha + \beta$ 型チタン合金Ti-6Al-4V、及び β 型チタン合金Ti-15V-3Cr-3Sn-3Al、Ti-22V-4AlおよびTi-15Mo-5Zr-3Alを用いて、軸受型番6001の転がり軸受の軌道輪を製作した。旋削加工後に、溶体化処理および時効処理を施し、その後研削加工をした。

【0027】

溶体化処理は、 $\alpha + \beta$ 型チタン合金Ti-6Al-4Vについては950~1000℃、 β 型チタン合金Ti-15V-3Cr-3Sn-3Al、Ti-22V-4AlおよびTi-15Mo-5Zr-3Alについては750~850℃

で、1時間保持し、水冷した。時効処理は、400℃～600℃で6～30時間保持し、その後200℃以下になるまで、炉内で冷却した。

【0028】

転動体には、窒化けい素系、炭化けい素系、酸化ジルコニウム系および酸化アルミニウム系からなるセラミックス製の転動体および13%Cr系のマルテンサイトステンレス鋼製の転動体を使用した。

また、グリースは、鉱油系グリースを使用した。また、シールは、ニトリルゴム製シールを使用した。また、保持器は、ポリアミド製保持器を使用した。

【0029】

また、比較例として、マルテンサイト系ステンレス鋼(SUS440C)、及び析出硬化型ステンレス鋼(SUS630)で、軌道輪を作製した。マルテンサイト系ステンレス鋼(SUS440C)は、900～950℃の温度から油焼入れし、150～200℃で焼戻しをした。析出硬化型ステンレス鋼(SUS630)920～970℃の温度から溶体化処理し、450～500℃で時効処理をした。

【0030】

上述の条件で製作した各転がり軸受について、耐圧痕性試験及び転がり寿命試験を行った。

〔耐圧痕性試験〕

耐圧痕性試験は、外輪2を1/4に切断したものをを用いた。切断した軌道輪(外輪2)の軌道面に、直径4.76mmのセラミックス(窒化けい素系)製転動体を乗せた状態で、軌道輪と転動体との接触面に対し垂直方向に980Nの荷重を負荷し、荷重除荷後に、接触点の最大深さを測定した。

【0031】

〔転がり寿命試験〕

転がり寿命試験は、以下に示す条件で行い、初期振動値を測定した。その後、転がり軸受を寿命試験機から取り外し、20Nの予圧をかけた状態で、アキシャル方向に1mの高さから落下させ、その後再び転がり寿命試験機にセットし、寿命試験を行った。振動値が初期値の5倍を超えた時点を寿命と判定した。

【0032】

条件

回転数：500rpm

ラジアル荷重：69N

アキシアル荷重：20N

表1に、本発明実施例及び比較例の、耐圧痕性試験における接触点の最大圧痕深さおよび転がり寿命比を示す。転がり寿命比は、比較例4の転がり寿命を1.0として表した。

【0033】

【表1】

No.	軌道輪材料	転動体材料	2~5%Da硬さ H(Hv)	ヤング率 E(GPa)	H/E	圧痕深さ (μm)	転がり寿命比
実施例	1	Ti-6Al-4V	酸化アルミニウムセラミックス	113	3.7	1.1	2.4
	2	Ti-6Al-4V	13Cr系ステンレス鋼	113	3.8	1.0	2.5
	3	Ti-15V-3Cr-3Sn-3Al	炭化けい素セラミックス	109	4.0	0.8	2.4
	4	Ti-22V-4Al	窒化けい素セラミックス	105	4.2	0.9	2.6
	5	Ti-22V-4Al	13Cr系ステンレス鋼	105	4.4	0.8	2.7
	6	Ti-15Mo-5Zr-3Al	酸化アルミニウムセラミックス	109	4.3	0.9	2.6
	7	Ti-15Mo-5Zr-3Al	13Cr系ステンレス鋼	109	4.4	0.7	2.8
	8	Ti-15Mo-5Zr-3Al	炭化けい素セラミックス	109	4.5	0.8	2.8
	9	Ti-15Mo-5Zr-3Al	窒化けい素セラミックス	109	4.8	0.8	2.6
	10	Ti-15Mo-5Zr-3Al	酸化ジルコニウムセラミックス	110	5.0	0.7	2.7
比較例	1	Ti-6Al-4V	窒化けい素セラミックス	113	3.4	2.0	2.0
	2	Ti-22V-4Al	13Cr系ステンレス鋼	111	3.6	1.6	1.9
	3	SUS440	13Cr系ステンレス鋼	210	3.2	2.4	1.7
	4	SUS630	窒化けい素セラミックス	200	2.4	4.8	1.0

【0034】

実施例 1～10 は、軌道輪材料の硬さとヤング率の比 (H/E) が本発明の範囲内にあり、硬さとヤング率のバランスに優れているため、荷重が負荷された際にも、軌道輪と転動体の接点の面圧が下がり、さらにある程度の硬度があるため、軌道輪表面に圧痕が生じにくい。そのため、衝撃を受けた後でも、振動値などの転動性能が劣化することがなく、好適に使用し得る。

【0035】

実施例 10 は、チタン合金製で、冷間加工を加えることによって、硬さが向上しているため、(H/E) の値が、最も大きく、前記値は 5.0 である。よってヤング率が低く硬さが高いため、圧痕が生じにくく、衝撃負荷後の転動寿命も長い。しかしながら、前記効果は、(H/E) の値が $3.7 \leq (H/E) \leq 4.8$ の実施例 1～7 の軸受と比較して大きく変わらなかった。

【0036】

チタン合金において、硬さを著しく大きくするためには、加工熱処理あるいはショットピーニングなどの工程が必要になり、コストアップを招く。また、ヤング率が小さすぎると、荷重が負荷された際に、軸受け軌道輪が大きくたわむことによって、回転の安定性あるいはトルクなどの転動性能が低下する場合がある。そのため、好ましくは、工数増加によるコスト増加を避け、安定な回転性能を得るために、(H/E) の値は $3.7 \leq (H/E) \leq 4.8$ とする。

【0037】

比較例 1 および 2 は、チタン合金製でヤング率は低い、硬さが小さすぎるため、(H/E) の値が 3.7 未満である。そのため、ヤング率が低いぶん転動体と軌道輪との接点の面圧は低下するが、接点に生じる応力によって、軌道輪表面に微小な塑性変形を生じ、実施例 1～10 よりも、深い圧痕が生じた。また、圧痕が生じやすく、硬さも小さいため、衝撃負荷後の転動寿命も短い。

【0038】

比較例 3 は、マルテンサイト系ステンレス鋼製軌道輪であり、硬度は高いが、ヤング率も高いため、(H/E) の値が 3.7 未満である。そのため、材料自体の強度は高いが、軌道輪との接点の面圧が高いため、深い圧痕が生じた。そのため、衝撃負荷後の転動寿命も短い。すなわち、実施例 1～10 よりも硬度が高く

しても、ヤング率が大きいと耐圧痕性及び転動寿命が上記各実施例よりも劣る。

【0039】

比較例4は、析出硬化型ステンレス鋼であり、硬度はチタン合金と同程度であるが、ヤング率が高いため、 (H/E) の値は3.7を大幅に下回る。そのため、軌道輪表面に最も深い圧痕が生じた。よって、衝撃負荷後の転動寿命も最も短い。

図1は、耐圧痕性試験における (H/E) の値と圧痕深さとの関係を示したものである。

【0040】

図1から分かるように、本発明の範囲内である $3.7 \leq (H/E)$ で、耐圧痕性が向上している。また、 (H/E) が4.8を超える範囲では、この効果が飽和する。

図2は、衝撃負荷後の転がり寿命試験における (H/E) の値と衝撃に対する転がり寿命比との関係を示したものである。

【0041】

図2から分かるように、本発明の範囲内である $3.7 \leq (H/E)$ で、転がり寿命が向上している。また、 (H/E) が4.8を超える範囲では、この効果が飽和する。

以上より、チタン合金製の軌道輪について、軌道面表面から転動体直径 D_a の2～5%の深さにおける硬さ H (H_v)とヤング率 E (GPa)の比 (H/E) を、 $3.7 \leq (H/E)$ とすることによって、衝撃などが転動部に加わった場合に、圧痕がつきにくく、好適に使用し得る軸受を提供できることが分かる。

【0042】

【発明の効果】

以上説明してきたように、本発明を採用すると、耐圧痕性が高いと同時に衝撃吸収能が高い転がり軸受を提供できる。

すなわち、軸受に衝撃が加わった際に、転動体と軌道輪の接触面圧が下がるため、転動体と軌道輪との接触点における圧痕の生成、あるいは異物を嚙みこんだ

ことによって生じる圧痕の生成を抑制する効果を有する。

【0043】

このように、転動部に入力された衝撃や振動を低減出来ると共に、当該衝撃や振動によって圧痕が付きにくく、また、外部から異物が侵入する可能性がある環境下でも好適に使用し得る軸受が提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に基づく実施形態に係る転がり軸受を示す断面図である。

【図2】

実施例における (H/E) と圧痕深さとの関係を示す図である。

【図3】

実施例における (H/E) と転がり寿命比との関係を示す図である。

【符号の説明】

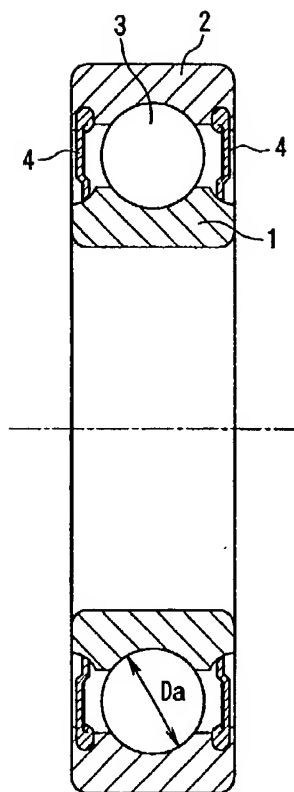
- 1 内輪（軌道輪）
- 2 外輪（軌道輪）
- 3 球（転動体）
- 4 シール
- D a 転動体直径

特2001-077833

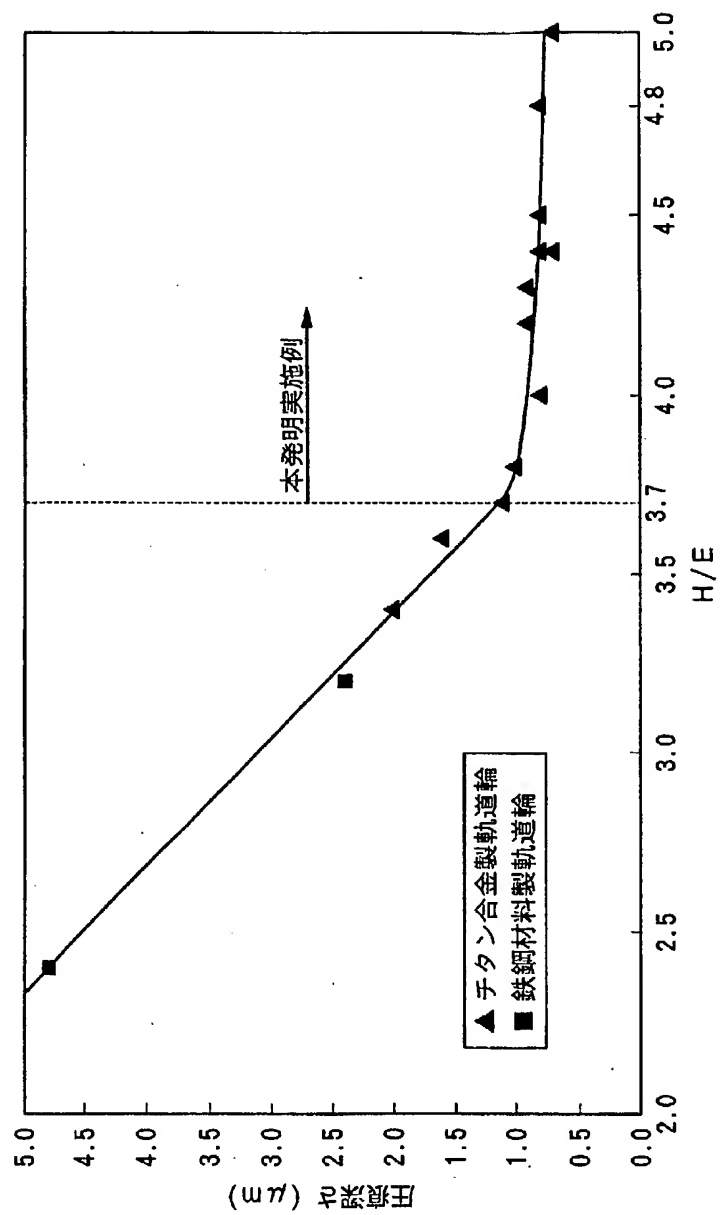
【書類名】

図面

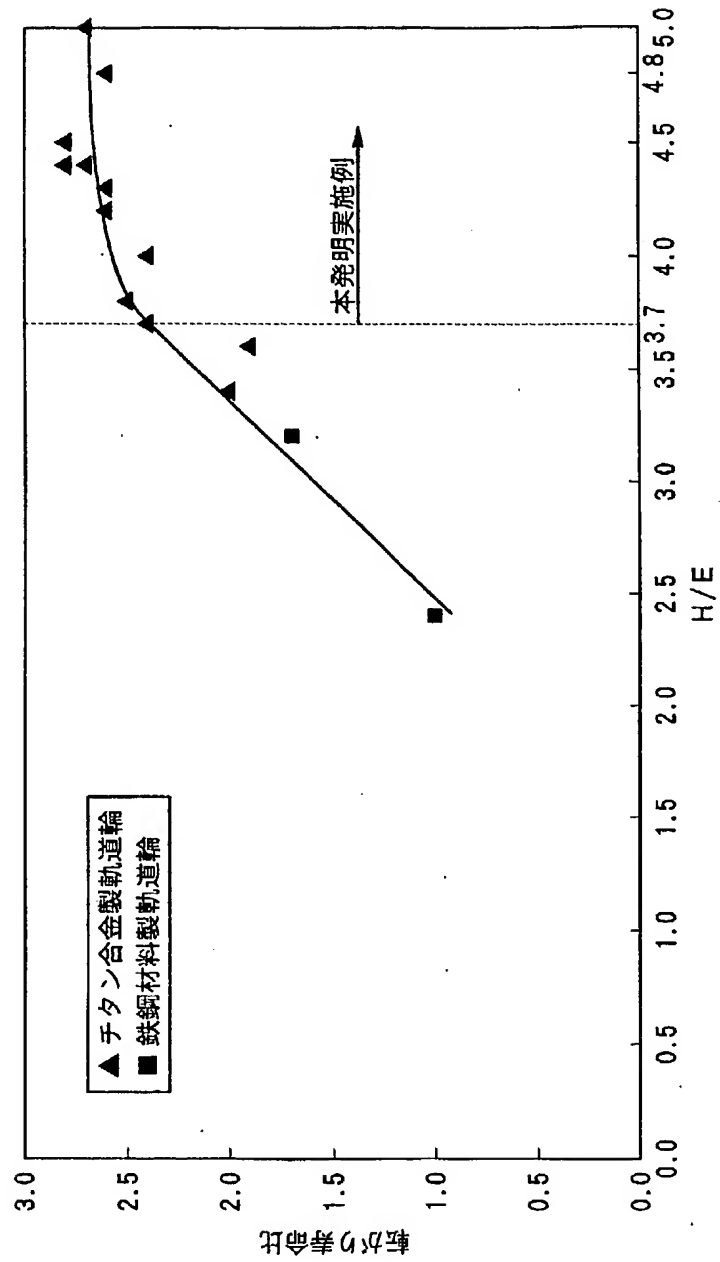
【図1】



【図2】



【図3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 転動部に衝撃あるいは振動が加わった場合に、圧痕がつきにくく、また外部から異物が侵入する可能性がある環境下でも、好適に使用し得る転がり軸受を提供する。

【解決手段】 内外輪2の間に転動体が介挿される。内輪1及び外輪2の少なくとも一方がチタン合金からなる。その軌道輪を構成するチタン合金は、 $3.7 \leq (H/E)$ の条件を満足するチタン合金である。

ただし、Hは、軌道面表面から $2 \sim 5\% D_a$ の深さまでの硬さにおける最低値(Hv)、 D_a は、転動体直径、Eは、ヤング率(GPa)である。

【選択図】 図1

特2001-077833

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004204]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都品川区大崎1丁目6番3号
氏 名	日本精工株式会社